

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

JONATAS RIBEIRO DE CARVALHO

**VANTAGENS DO SISTEMA BIM NOS AMBIENTES DE PROJETO E
GESTÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Taubaté – SP

2019

VANTAGENS DO SISTEMA BIM NOS AMBIENTES DE PROJETO E GESTÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho apresentado para
obtenção do certificado de
Graduação pelo curso de
Engenharia Civil da Universidade
de Taubaté, orientado por: Prof.:
Acácio de Toledo Netto

Taubaté – SP

2019

Sistema Integrado de Bibliotecas SIBi/UNITAU
Biblioteca Setorial de Gestão e Negócios/Civil

C331v Carvalho, Jonatas Ribeiro de
Vantagens do sistema bim n3s ambientes de projeto e gest3o da
constru33o civil - SP/ Jonatas Ribeiro de Carvalho. - 2019.
32f.:il.

Monografia (gradua33o) - Universidade de Taubat3, Departamento de
Engenharia Civil, 2019.
Orienta33o: Prof. Me. Ac3cio de Toledo Netto, Departamento de
Engenharia Civil.

1. Bim. 2. Gest3o de projetos. 3. Constru33o civil. I. T3tulo.

CDD 692.5

JONATAS RIBEIRO DE CARVALHO

**VANTAGENS DO SISTEMA BIM NOS AMBIENTES DE PROJETO E
GESTÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho apresentado para obtenção do certificado de
Graduação pelo curso de Engenharia Civil da
Universidade de Taubaté, orientado por: Prof.: Acácio
de Toledo Netto

DATA:

RESULTADO:

BANCA EXAMINADORA:

Prof. : Acácio de Toledo Netto

Universidade de Taubaté

Assinatura:_____

Prof. : _____

Assinatura:_____

Prof. : _____

Assinatura:_____

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela sua existência em minha vida e por me propiciar capacidade e perseverança para concluir mais uma importante etapa da minha vida.

Aos meus pais, Irani Benedito e Maria de Fatima, por não medirem esforços a meu favor, concedendo-me educação em primeiro lugar, apoio e sendo minha inspiração em caráter e honestidade. Obrigada pelos ensinamentos e conselhos, e por me tornarem quem eu sou.

Ao meu orientador, Acácio, por me receber de braços abertos e me transmitir conhecimento, disciplina e uma imensidão de paz para concluir esse trabalho.

E por fim, aos meus colegas de graduação, pela parceria nos estudos, colaboração nos trabalhos e compartilhamento de medos e anseios, que me concederam inúmeros momentos felizes, de descontração e parceria.

“Tente uma, duas, três vezes e se possível tente a quarta, a quinta e quantas vezes for necessário. Só não desista nas primeiras tentativas, a persistência é amiga da conquista. Se você quer chegar aonde a maioria não chega, faça o que a maioria não faz”.

Bill Gates

ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de automação de processos.....	16
Figura 2 – Bim 3D ao 7D.....	20
Figura 3 – Visualização dos elementos construtivos e tabela de quantificações.....	26
Figura 4 – Visualização dos elementos construtivo do edifício de diferentes ângulos.....	27
Figura 5 – Planta de banheiro desenvolvido na plataforma BIM.....	28
Figura 6 – Interferência física.....	29

RESUMO

O uso de sistemas colaborativos para apoio à gestão de projeto na construção civil é uma realidade em empreendimentos nacionais e internacionais. O avanço da tecnologia BIM na construção civil e a adoção dos mesmos pelas empresas de projeto e construção civil, tornam indispensável a revisão dos processos de trabalho, incluindo a colaboração de projetistas, calculistas, construtores, e etc. O BIM é formado por um banco de dados que, além de exibir a geometria dos elementos construtivos em três dimensões, armazena seus atributos e, portanto, transmite mais informação do que modelos CAD tradicionais. Além disso, como os elementos são paramétricos, é possível alterá-los e obter atualizações instantâneas em todo o projeto. Esse processo estimula a experimentação, diminui conflitos entre elementos construtivos, facilita revisões e aumenta a produtividade. O trabalho dá-se a partir de pesquisas bibliográficas e levantamentos exploratórios de informações e causas no sistema Bim em ambiente projeto e gestão da construção civil. Com estudos feitos por colegas da área e pesquisadores, foi pesquisado um pouco da história do sistema Bim para que se possa entender um pouco mais, e analisando alguns estudos sobre o assunto para a conclusão do trabalho.

Palavra Chave: Bim, Gestão de Projeto, Construção Civil.

ABSTRACT

The use of collaborative systems to support project management in construction is a reality in national and international projects. The advancement of BIM technology in construction and its adoption by design and construction companies make it indispensable to review work processes, including the collaboration of designers, calculators, builders, etc. BIM is formed by a database that, besides displaying the geometry of the constructive elements in three dimensions, stores their attributes and, therefore, transmits more information than traditional CAD models. Also, because elements are parametric, you can change them and get instant updates throughout the project. This process stimulates experimentation, reduces conflicts between constructive elements, facilitates revisions and increases productivity. The work is based on bibliographic research and exploratory surveys of information and causes in the Bim system in a design and construction management environment, with studies by colleagues and researchers, a bit of the history of the Bim system has been researched in order to understand a little more, and some studies on the subject have been analyzed for the conclusion of the work.

Keyword: Bim, Management and Project, Construction

Sumário

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	11
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1 História do Bim.....	12
3.2 Começo do BIM na construção civil.....	14
3.3 Etapas do sistema BIM.....	17
3.3.1 BIM DO 3D AO 7D.....	17
3.3.1.1 MODELO COLABORATIVO.....	17
3.3.1.2 AGENDAMENTO.....	18
3.3.1.3 ESTIMANDO.....	19
3.3.1.4 SUSTENTABILIDADE.....	19
3.3.1.5 MANUTENÇÃO.....	19
3.4 ESTUDO DE CASOS.....	21
3.4.1 CAD2D e CAD-BIM.....	21
3.4.2. ANÁLISE DOS CASOS.....	23
3.4.2.1 Produtividade.....	23
3.4.2.2 Tempo.....	23
3.4.2.3 Gestão do projeto.....	23
4 DISCUSÃO	28
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	31

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, nos deparamos com um mercado cada vez mais competitivo e consumidores mais exigentes, por isso, todo e qualquer empreendimento requer um estudo de viabilidade econômica, um orçamento detalhado e um rigoroso acompanhamento físico-financeiro da obra (KNOLSEISEN, 2003).

A justificação deste trabalho dá-se a partir do que Melhado (1994) nos mostra, a complexidade crescente das edificações, um fator que vem exigindo um número cada vez maior de projetistas e consultores, ficando claro que o setor de construção de edifícios deve produzir novas situações técnicas que possibilitam o trabalho colaborativo, pois as práticas convencionais de trabalho, não conseguem responder às demandas dos dias atuais.

Os edifícios da Era Digital são mais complexos do que aqueles da Revolução Industrial e do Modernismo. A complexidade de alguns projetos contemporâneos requer novos procedimentos de gerenciamento de informações. Para administrar esses tipos de projetos tem expandido o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), possibilitando controlar dados digitais dos projetos com geometria mais complexa, assim como programar a sequência de atividades relativas à construção (FLORIO, 2007).

A tecnologia CAD é considerada a inovação mais importante de TI das últimas quatro décadas. As tecnologias CAD oferecem recursos como ferramentas de automação de desenho e projeto, ferramentas de comunicação e compartilhamento de projeto e banco de dados. Um histórico da evolução dessas tecnologias revela três gerações distintas: A primeira geração é composta pelo desenho auxiliado por computador; a segunda pela modelagem geométrica; e a terceira pela modelagem de produto (KALE & ARDITI, 2005).

A metodologia aplicada neste trabalho iniciou mediante pesquisa bibliográfica, a fim de gerar conhecimentos para posterior aplicação prática em um projeto. A abordagem de comparação entre os estudos, analisando projetos técnicos para fins de mostrar as vantagens do sistema bim nos ambientes de projeto e gestão da construção civil.

2 OBJETIVOS

Objetivo Geral:

- Demonstrar quais são as vantagens do Sistema BIM nos ambientes de gestão e projeto da construção civil.

Objetivos Específicos:

- História do BIM
- O BIM na construção civil
- Etapas do sistema BIM
- Estudo de casos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 História do BIM

Com o desenvolvimento das cidades, nos encontramos com novas necessidades, com a evolução da tecnologia na construção civil, buscando contemplar as demandas de mercado e as diferentes exigências normativas e comerciais. Com esse cenário em mãos, o BIM surge como uma ferramenta capaz de juntar múltiplos projetos em sistema construtivo informatizado e integrado, gerando orçamentos precisos, cronogramas bem planejados, comunicação entre cliente, tudo que compõem um projeto de construção civil.

Segundo Eastman et al. (1974) pesquisado no site REVITDOZERO a evolução dos softwares BIM, como conhecemos hoje em dia, ocorreu no início dos anos 80, porém em 1974 professor Charles M. Eastman do Instituto de Tecnologia da Geórgia com outros conhecedores já tinha criado o conceito BDS (*Building Description System* – Sistema de Descrição da Construção), que é capaz de representar edifícios de sistemas e projetos personalizados. É dada atenção às características que distinguem os sistemas gerais de descrição de edifícios de propósitos especiais, especialmente estruturas de dados, esquemas de acesso e o método de interação entre o banco de dados e os programas de análise. Esta metodologia abre as portas para uma nova tratativa no que diz respeito aos projetos de construção e traz consigo a chave para a passagem dos projetos e documentos elaborados em papel, para a utilização de sistemas computacionais (*softwares*), visando facilitar os projetos e desenhos técnicos associados, os chamados CAD (*Computer Aided Design*).

Segundo pesquisa feita no site Saepro, G.A. van Nederveen e F.P. Tolman publicaram em 1992, um artigo onde aborda as múltiplas visões de modelagem da construção idealizando de que a modelagem de informações da construção é útil para fundamentar a estrutura de um modelo de construção, baseado nos diferentes pontos de vista dos profissionais envolvido no projeto. Seria a primeira utilização do termo *Modelling Building Information*, que abriu espaço para o *Building Information*

Modeling (BIM) e a apresentação de uma nova mudança de paradigmas. Estava aberto o caminho para a utilização do conceito de um sistema computacional coerente que permitisse o gerenciamento e controle das interações políticas, processos e tecnologias envolvidas nos projetos de construção. Assim deu se inicio a passagem dos projetos e documentos elaborados em CAD e ainda em papel, para a utilização de um banco de dados integrado.

Através dos anos, houve atualizações do BIM, na qual permitia a integração total, entre todos os agentes, como disse Nunes e César (2013, p. 13), “seu sistema em 3D sustentado por uma contribuição de alta quantidade de informação propõem a conexão dos projetos executivos”. Deste jeito, pode-se dizer que o BIM é um sistema com um modelo central onde todas as informações do projeto se encontram em um único lugar.

Sendo um método baseado em um grupo de modelos digitais compartilhados, o sistema permite a comunicação e a interação de toda a cadeia produtiva da construção. Como falou Penttilä (2006) segundo revitdozero: “BIM é uma metodologia para gerenciar a base do projeto de construção e as informações do projeto em formato digital ao longo do ciclo de vida, da construção”.

A documentação mais antiga que se conhece como a introdução do conceito BIM é o modelo de trabalho *Building Description System*, publicado no jornal *American Institute of Architects* (AIA), na Universidade de Carnegie-Mellon em 1975, por Eastman (2014), que inclui noções de BIM comuns como:

(...) fornecendo um único banco de dados integrados para análises visuais e quantitativas (...) estimativas de custo ou quantidades de material poderia ser facilmente geradas (...) definir elementos de forma interativa (...) derivando de secções, planos isométricos ou perspectivas de uma mesma descrição de elementos (...). Qualquer mudança no arranjo teria que ser feita apenas uma vez para todos os desenhos futuros. Todos os desenhos derivados da mesma disposição de elementos seriam automaticamente consistentes (...) qualquer tipo de análise quantitativa poderia ser ligada diretamente à descrição (...) verificação de código de edificações automatizado na prefeitura ou no escritório de arquitetura. Empreiteiros de grandes projetos podem achar esta representação vantajosa para a programação e para pedidos de materiais.

Para Manzione in ESPECIALIZE Revista on-line IPOG (2014) o BIM é um procedimento baseado em modelos digitais, compartilhados, integrados e interoperáveis, podendo ser definido como um procedimento que permita a interação

da informação, enquanto o BIM é o grupo de modelos compartilhados digitais, tridimensionais e semanticamente ricos, que formam a estrutura do projeto.

O BIM não é um serviço que se compra, mais um processo que se compartilha com profissionais especializados. Por ser parte business da empresa, a inteligência do BIM não é “terceirizável” (MANZIONE, 2017).

Segundo Ferreira (2007), o BIM é muito mais que só uma modelagem de um produto, já que procura englobar todos os fatos relativos à edificação: produtos, processos, documentos, etc.

A implantação de um sistema BIM em escritório de projeto reflete na alteração do método de trabalho convencional e, por meio dos recursos disponíveis, pode gerar:

- Benefícios à fase de concepção, devido ao apoio de dados dinâmicos;
- Maior produtividade;
- Melhoria nas apresentações gráficas.

3.2 Começo do BIM na construção civil

O BIM já é uma realidade fora do Brasil e vem crescendo cada vez mais dentro do nosso país, conforme informações apresentadas pelo SINDUSCON SP (Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo, 2015), em diversos países do mundo o uso do BIM está se tornando massivo. Nos Estados Unidos, por exemplo, desde 2006 já é determinado para construção de todos os edifícios federais, com exceção aos militares que utilizam um próprio.

Em Singapura utiliza-se desde 2001 e outros países como Holanda, China, Suécia e Noruega também se renderam ao BIM. Já no Reino Unido, iniciou em 2012, onde todos os projetos públicos utilizam a tecnologia.

Segundo Nunes César (2013, p. 14), em 2000 grandes empresas e construtoras brasileiras começaram a aderir o conceito BIM em seus empreendimentos com projetos-piloto aumentando a produção de suas obras, perdas e prazos na construção foram diminuídos, melhorias constantes na qualidade

do imóvel foram destacadas e uma precisão maior orçamentária foi notada. Assim, com a determinação de se enquadrar nos padrões externos e desfrutar das vantagens, alguns empreendimentos públicos e privados começam a exigir este padrão.

A tecnologia começou em 2006 no Brasil e foi introduzida pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e a Comissão de Estudo Especial Modelagem da Informação da Construção (BIM) para que sejam definidos os padrões da modelagem brasileira.

Em 2018 segundo site INBEC, onde o tema abordado é “Uso do Bim será obrigatória a partir do ano de 2021 em projeto e construções brasileira”, ele nos mostra que no dia 17 de março de 2018 o presidente Michel Temer assinou o decreto N° 9.377, que fornece um conjunto de tecnologias e processos integrados a ser usado por profissionais com a finalidade de promover um ambiente adequado ao investimento em Bim e sua difusão no País. No estado de Santa Catarina já se aderiu a essa metodologia nas licitações de obras públicas.

A proposta da Estratégia BIM BR é que a exigência do BIM nas compras do Poder Público **seja feita de forma escalonada**, para conferir tempo de adaptação ao mercado e ao setor público.

Assim, os prazos para implantação foram divididos em três etapas:

- **A partir de janeiro de 2021:** a exigência de BIM se dará na elaboração de modelos para a Arquitetura e Engenharia nas disciplinas de estrutura, hidráulica, AVAC e elétrica na detecção de interferências, na extração de quantitativos e na geração de documentação gráfica a partir desses modelos;

- **A partir de janeiro de 2024:** os modelos deverão contemplar algumas etapas que envolvem a obra, como o planejamento da execução da obra, na orçamentação e na atualização dos modelos e de suas informações como construído (“as built”), além das exigências da primeira fase.

- **A partir de janeiro de 2028:** passará a abranger todo o ciclo de vida da obra ao considerar atividades do pós-obra. Será aplicado, no mínimo, nas

construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de média ou grande relevância, nos usos previstos na primeira e na segunda fases e, além disso, nos serviços de gerenciamento e de manutenção do empreendimento após sua conclusão.

Com as mudanças ao longo dos anos no sistema BIM, permitiu-se colocar todas as ferramentas usadas no papel em um ambiente virtual, e se comparado com processo tradicional, permite uma maior eficiência e melhor comunicação entre todos envolvidos.

O alastramento do BIM no Brasil permite um novo nível no planejamento e na administração da obra. Entretanto, traz a possibilidade de automatizar os processos e trazer uma economia de tempo e redução de custos, já que uma vez alterado uma informação de alguma etapa conseqüentemente todas as informações do projeto serão alteradas automaticamente, por ser um sistema interligado conforme vemos na figura 1 a seguir:

FIGURA 1 – Sistema de automação de processos.



Fonte (REVITDOZERO, 2019)

3.3 Etapas do sistema BIM.

De acordo com Wikipédia, disponível em <https://pt.wikipedia.org/wiki/BIM>, acessado em 20/04/2019, o modelo BIM é um modelo virtual que pode ser utilizado para visualização tridimensional, já que todos os dados são armazenados dentro de um arquivo “BIM”, cada alteração na modelagem da edificação será replicada automaticamente em cada vista, como plantas, subdivisões e elevações.

Quanto à plataforma da edificação, modelos BIM contém mais do que apenas dados de arquitetura. Informações a respeito das demais disciplinas da engenharia, informações de sustentabilidade, e outras características podem ser facilmente simuladas bem antes da construção real. O custo também faz parte do sistema BIM e permite ver e estimar o valor que o projeto possa ter em qualquer etapa durante o projeto.

Como disse Ferraz in MAZIONE (2017) o BIM pode ser aplicado em qualquer fase do projeto sem comprometer o final dela.

Apesar de poder ser aplicado em qualquer fase, não é recomendado o desmembramento do BIM apenas para orçar, projetar ou gerenciar uma obra, por exemplo. A fragmentação desses processos pode não ser tão eficaz, vai depender da necessidade do empreendimento e estratégia da construtora, segundo Gonçalves jr in MAZIONE (2017).

3.3.1 BIM DO 3D AO 7D

Para entendermos um pouco mais do sistema Bim, vamos vê-lo em cada dimensão, para melhor compreensão.

3.3.1.1 MODELO COLABORATIVO

O “BIM” 3D ajuda os integrantes a gerenciar sua colaboração multidisciplinar de forma mais eficaz na modelagem e análise de problemas espaciais e estruturais complexos. Além disso, cada ponto do modelo virtual possui uma informação parametrizada, de forma, que podemos prever a durabilidade de todos os

componentes durante todo o ciclo de vida da edificação. Visões tridimensionais permite aos integrantes ver em tempo real as modificações feitas em uma parte do projeto, serem modificadas automaticamente nas outras partes. 3D-BIM, gira em volta de um modelo de informações integrados a partir do qual as várias partes empenhadas, tais como arquitetos, engenheiros, construtores, fabricantes e proprietários de projeto podem extrair e gerar pontos de vista e informações de acordo com suas necessidades.

Benefícios

- Melhorou a comunicação da intenção do projeto e a visualização do projeto.
- Melhoria da associação multidisciplinar.
- Redução de custo.

3.3.1.2 AGENDAMENTO

4D BIM fornece técnicas para gerenciar e visualizar informações de status da construção, alterar impactos, bem como apoiar a comunicação em várias situações, como informar a equipe de construção ou advertência sobre os riscos. 4D-BIM é utilizado para atividades relacionadas com planejamento no local de construção. O uso da tecnologia 4D-BIM pode resultar em melhor controle sobre a detecção de conflitos ou sobre a complexidade das mudanças que ocorrem durante o curso de um projeto de construção. A 4ª dimensão do BIM permite que os integrantes para extrair e visualizar o progresso de suas atividades por meio do ciclo de vida do projeto.

Benefícios

- Inclusão BIM com modelos de simulação 4D CAD trazer benefícios aos integrantes em termos de otimização de planejamento.
- Fabricantes e construtores podem aperfeiçoar as suas atividades de construção e coordenação de equipe.

3.3.1.3 ESTIMANDO

5D-BIM é utilizado para a composição de orçamento e análise de custo atividades relacionadas. A 5ª dimensão de BIM associado com 3D e 4D (Tempo) permite aos integrantes visualizar o andamento de suas atividades e os custos relacionados com o tempo. 5D BIM fornece técnica para extrair e analisar os custos, avaliação de cenários e impactos das mudanças. O uso da tecnologia 5D-BIM pode resultar em uma maior precisão e previsibilidade de orçamentos, mudanças de escopo do projeto e os materiais, equipamentos ou mudanças de mão de obra.

Benefício

- Inclusão BIM com modelos de simulação 5D CAD permite o desenvolvimento de construções sustentáveis mais eficientes e rentáveis.

3.3.1.4 SUSTENTABILIDADE

O uso da tecnologia 6D-BIM pode resultar em estimativas de energia mais completas e precisas no início do processo de projeto. Também, permite a medição e verificação durante a construção e melhores processos de escolha de instalações de alto desempenho. 6D-BIM, ajuda a realizar análises de custo. É nesta etapa que podemos associar o BIM com o Green Building, chamado por alguns autores de Green BIM. Dessa forma, é fácil ver que os dois conceitos conversam entre si.

Benefício

- Integração BIM com modelos de simulação 6D leva a uma redução global no consumo de energia.

3.3.1.5 MANUTENÇÃO

7D BIM gera processos para o gerenciamento de subcontratante / fornecedor, facilitando a manutenção durante todo o ciclo de vida da construção. Nesta fase, ainda não muito usada no Brasil, é que se enquadra nova norma de desempenho para edificações, a NBR 15575. 7D-BIM é usado pelos gestores na operação e

manutenção das instalações durante todo o seu ciclo de vida. A 7ª dimensão do BIM permite que os integrantes para extrair e rastrear dados de ativos relevantes, tais como status do componente, especificações, manutenção / manuais de operação, datas de garantia etc. O uso da tecnologia 7D-BIM pode resultar em mais fácil e rápida substituição de peças, cumprindo e otimizado uma gestão racionalizada ciclo de vida de ativos ao longo do tempo.

Benefício

- Integração BIM com modelos de simulação 7D CAD otimiza gestão de ativos desde a concepção à demolição

Na figura 2 podemos ver com detalhe cada etapa do 3D ao 7D.

FIGURA 2 – Bim 3D ao 7D.



Fonte: (HASHTAGBIM, 2019)

3.4 ESTUDOS DE CASOS

3.4.1 CAD2D e CAD-BIM

No caso 1 (Sérgio SCHEER, 2007) fez uma pesquisa em escritórios de arquitetura, estudou-se a utilização do software AutoCAD2002, da Autodesk, para elaboração do projeto. Trabalhando sozinho no escritório o arquiteto desenvolve projetos para produção de residências e indústrias, utilizando essa tecnologia ele já elaborou um projeto de uma edificação com 60.000 m² de área.

No processo de elaboração dos projetos são feitos levantamentos das necessidades do cliente por meio de uma reunião informal. Logo a seguir, o arquiteto faz uma visita ao local da futura edificação e fotografa diversas vistas do terreno, de posse de todas as informações e das necessidades do cliente, o profissional elabora mentalmente uma modelagem do terreno, considerando as suas características espaciais. Este estudo mental é executado exaustivamente e apenas começa-se a elaborar o croqui quando se tem aproximadamente 90% do projeto resolvido, pois na visão do arquiteto o papel branco inibe o processo criativo.

Após todo esse processo, o profissional dá início aos croquis básicos, o desenvolvimento da setorização, da volumetria da edificação e da definição dos espaços internos. Nessa etapa o objetivo é compreender todo o conjunto da obra, introduzindo o edifício no terreno e compreendendo sua relação com o entorno. O AutoCAD2002 é utilizado somente após a realização destes esboços.

No final do projeto são utilizados também para visualizações foto realistas do modelo 3D utilizando o aplicativo 3D Studio MAX, também da Autodesk. Em seguida, são apresentadas para o cliente utilizando o aplicativo Adobe Photoshop. A apresentação do projeto é realizada em uma tela de projeção, na qual o arquiteto mostra uma maquete eletrônica da obra com imagens estáticas.

Com esse estudo Sérgio SCHEER relatou que a utilização do sistema CAD geométrico no desenvolvimento do projeto trouxe vários benefícios ao arquiteto. Antes de ter utilizado o sistema CAD geométrico, o arquiteto possuía uma estrutura

corporativa maior, composta de diversos desenhistas. Com a introdução do sistema ele é capaz de trabalhar sozinho.

No **CASO 2** (Sérgio SCHEER, 2007) estudou o escritório de arquitetura utilizando o software ArchiCAD versão 10, da Graphisoft/Nemetschek, para o elaboração dos projetos. A estrutura corporativa é formada por quatro pessoas: um arquiteto (diretor), um engenheiro, um arquiteto especializado em interiores e um tecnólogo. São elaborados projetos residenciais unifamiliares e multifamiliares além de projetos comerciais. A área projetada anual varia entre 1000 m² a 5000 m².

Nesse processo o projetista inicia com uma visita ao local do terreno na companhia do cliente. São tiradas fotos do terreno e é solicitado um levantamento topográfico. Em seguida é realizado um levantamento das condições para o projeto e inicia-se a montagem do organo-fluxograma utilizando as funções bidimensionais do ArchiCAD10. Depois de finalizado, o projeto é apresentado ao cliente e, uma vez aprovado, inicia-se o anteprojeto. O arquiteto é responsável pelo projeto arquitetônico e os projetistas parceiros elaboram os projetos complementares. Em seguida é elaborado o projeto executivo e depois o projeto legal. Em todas essas etapas é utilizado o ArchiCAD10.

No desenvolvimento do projeto executivo são utilizados os objetos paramétricos para compor as paredes, portas, janelas e todos os outros componentes construtivos. Ao projetar desta maneira, tanto o modelo 3D, como as vistas e os cortes, já são gerados automaticamente, facilitando o trabalho do projetista. É importante falar que os projetos são enviados por e-mail e o estrutural é gerado no software TQS e exportado para o formato DXF, sendo facilmente importado no ArchiCAD10. Demais projetos são enviados ao arquiteto como projeto elétrico e hidráulico e vem em formato DWG, sendo também facilmente reconhecido pelo ArchiCAD10. Ele afirma também que com o auxílio do software ArchiCAD10 é possível ter ganhos de produtividade, uma vez que as atualizações e alterações no projeto são realizadas automaticamente nas diversas vistas, cortes e no modelo3D, além de recursos de auto-textos para elaboração de carimbos.

3.4.2. ANÁLISE DOS CASOS

3.4.2.1 Produtividade

No estudo de casos foi notado que no sistema CAD2D (AutoCAD2002) houve ganhos de produtividade em relação ao processo manual sobre prancheta, pois é possível, além da maior velocidade no processo de desenho do projeto, maior padronização e qualidade das informações gráficas. No entanto, com o sistema CAD-BIM (ArchiCAD10), com recursos de modelagem tridimensional, é possível a visualização automática de plantas, cortes, elevações, além do modelo 3D, assim como a inserção de auto-textos em carimbos.

3.4.2.2 Tempo

O sistema CAD2D é utilizado no escritório estudado tanto para desenhos bidimensionais quanto tridimensionais, mas como se pode observar, esses desenhos têm pouca ou nenhuma correspondência automática, tomando um maior tempo do projetista para alterações e atualizações do projeto.

Já no sistema CAD-BIM utilizado no segundo escritório, vemos que em todas as modificações realizadas em uma determinada vista geram atualizações automáticas nas outras. A cada visualização que o projetista necessita, a informação é apenas reorganizada e apresentada de uma nova maneira, ao invés de ser recriada.

3.4.2.3 Gestão do projeto

No sistema CAD2D, o projetista representa e trabalha com desenhos técnicos com pouca ou nenhuma conexão entre si. Assim, para uma leitura desses diversos desenhos do projeto, é necessário um gerenciamento manual, que podem estar em

arquivos separados ou em locais diferentes da mesma prancha de desenho. Isso toma tempo, que pode comprometer a qualidade da informação e dificultar o controle de atualizações e versões.

No sistema CAD-BIM cria-se um modelo único de informações, que é gravado em um arquivo. Isso permite que um segmento de parede pode ser apresentado em planta, corte e perspectiva, de maneira automática. Isso garante que, independente da visualização, a integridade e modificações da informação passe a ser gerenciada pelo software e não pelo usuário.

Wilson Florio (2007) mostra-nos uma experiência didática feita em uma faculdade onde 12 alunos do 3º ano do curso de arquitetura realizaram três projetos de edifícios utilizando o programa Autodesk Revit 8.1, com o propósito de identificar e analisar tanto as ações cognitivas durante a modelagem como verificar o aprendizado das relações espaciais entre os elementos construtivos.

A metodologia adotada em cada um dos três edifícios foi a seguinte:

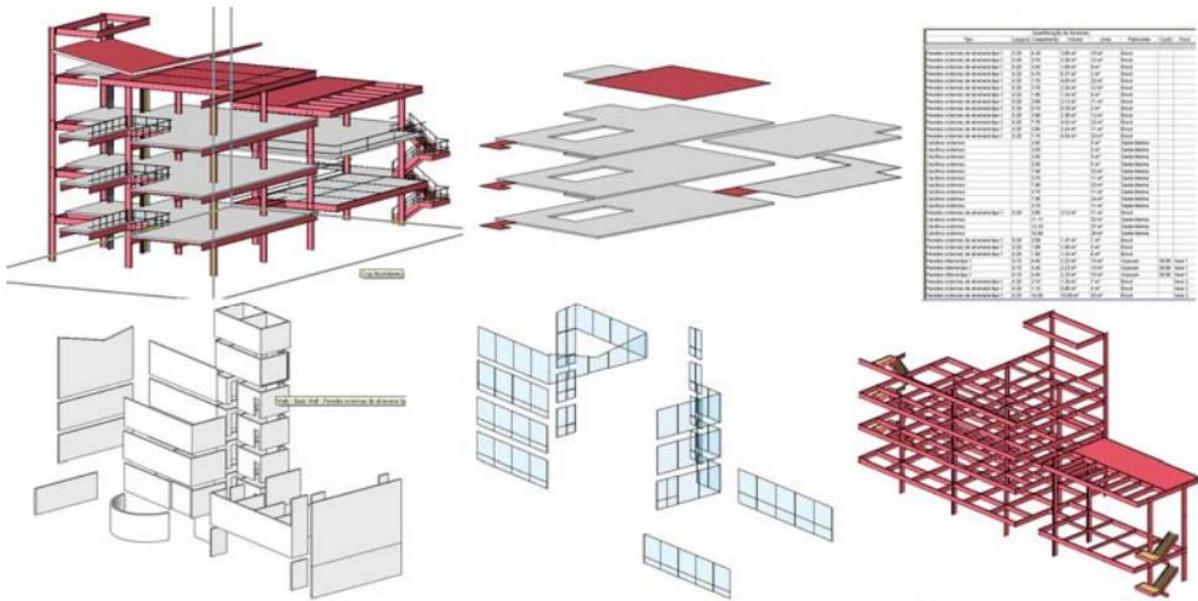
1. A partir de um programa de necessidades, projetar um edifício utilizando croquis à mão-livre e desenhos no programa Revit;
2. Analisar as “descobertas” inesperadas durante o processo de modelagem paramétrica a partir das ações cognitivas;
3. Testar as variações paramétricas dos elementos construtivos;
4. Visualizar, compreender e modificar relações espaciais entre os elementos dispostos no espaço;
5. Extrair quantificações dos elementos inseridos e configurados;
6. Analisar o processo todo assim como os resultados obtidos. Desta maneira com dois professores monitorando foi dado início a etapa inicial, onde os alunos fizeram croquis e modelos 3D, onde relataram que os croquis serviram para levantar hipóteses sobre o projeto, mas foi durante a modelagem que descobriram relações entre os componentes que não conseguiam perceber nos croquis iniciais. Os alunos

tinham dificuldade tanto de representação gráfica como técnica. Notou-se que também a dificuldade de expressar em duas dimensões advém do desconhecimento técnico-construtivo, ou seja, não desenhavam corretamente porque não entendiam a sequência de execução na construção.

Na etapa intermediária os alunos trabalharam com a modelagem paramétrica verificando que ela torna rápidas as alterações necessárias, tanto a visualização dos elementos construtivos e suas relações espaciais. Assim, enquanto a geometria dos elementos era gerada a partir dos parâmetros disponíveis no programa, viram a importância de visualizar o desenho em 3D. Com o avanço no estudo, os alunos verificaram vantagens e enfatizaram as vantagens oferecidas pelo programa de visualizar separadamente e em três dimensões as famílias de componentes (vigas, pilares, lajes, alvenarias, janelas, portas, escadas, coberturas, etc.), tornando mais fácil a compreensão da representação em bidimensional. A somatória das múltiplas visualizações bi e tridimensionais contribui para aprofundar o conhecimento sobre o projeto realizado.

Com o modelo 4D viram a possibilidade de verificar que o edifício é analisado como um organismo integral, onde pode-se visualizar dentro e fora simultaneamente, simular ao mesmo tempo aspectos técnicos, estéticos e perceptivos, como mostrado na figura 3 a seguir;

Figura 3 - Visualização dos elementos construtivos e tabela de quantificações.



Fonte: Florio (2007)

Na etapa final pode-se analisar a viabilidade técnica de cada componente como variação de acordo com cada componente, tais como dimensões, material, fabricante, volume, etc., e comparadas diferentes propostas a partir das listagens obtidas em cada uma delas. Como resultado verificaram que nos programas BIM é possível examinar, passo a passo, o desenho e a articulação entre componentes, ao mesmo tempo em que um banco de dados contendo a relação desses elementos, seus atributos e especificações vão sendo gerados, permitindo a compreensão tanto do que está sendo representado em duas dimensões como a visualização da sequência de execução da obra, assim como na figura 4.

FIGURA 4 - Visualização de elementos construtivos do edifício de diferentes ângulos.

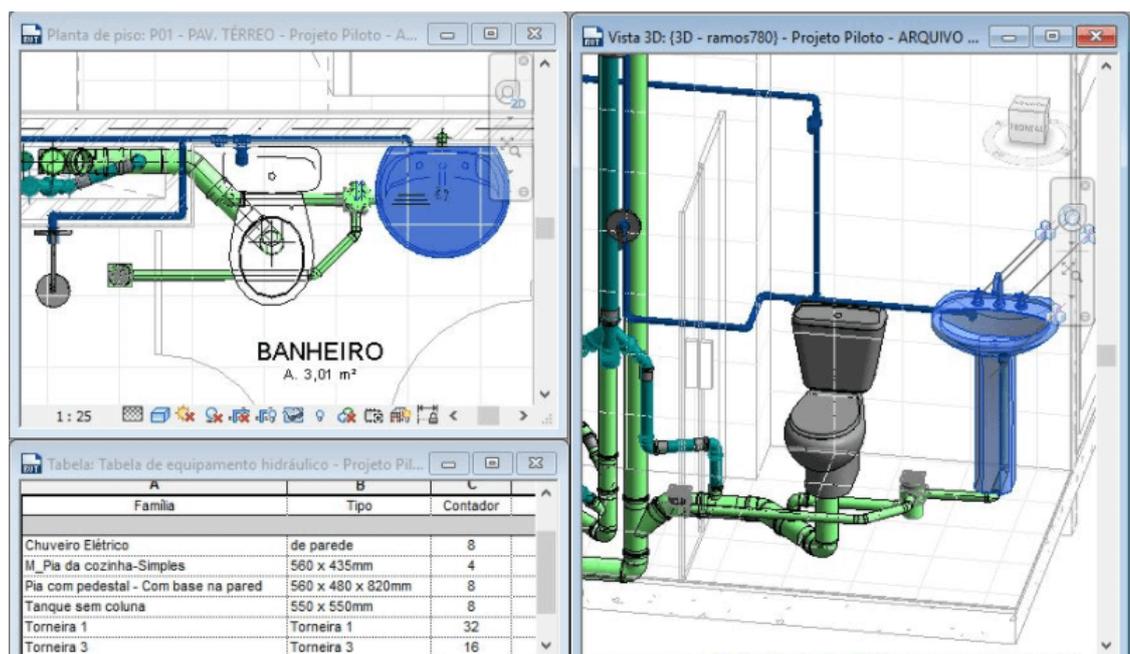


Fonte: Florio (2007)

4 DISCUSSÃO

Segundo Sérgio SCHEER (2007) as vantagens do uso da modelagem vão muito além da criação de maquetes eletrônicas e agilização do processo de produção de documentações projetuais. Para Ferreira (2007), o BIM é mais que a modelagem de um produto, já que procura englobar todos os aspectos relativos à edificação: produtos, processos, documentos, etc. Além disso, o Bim reúne todas as informações de uma construção em um banco de dados. Ou seja, é através do BIM que todos os profissionais envolvidos em um determinado projeto (desde o arquiteto até mesmo o engenheiro elétrico e o calculista) conseguem visualizar este projeto como um todo. O BIM possibilita visualizar um projeto CAD2D em 3D, e ver tudo àquilo que dará certo, tudo o que está errado e tudo aquilo que ainda pode vir a melhorar em uma construção, além disso, podemos acrescentar o 4D, 5D, 6D e 7D onde vamos incluir as variáveis tempo, custo sustentabilidade e manutenção da obra, podemos ver isso na prática na figura 5 abaixo, de uma planta de banheiro desenvolvida na plataforma BIM, que é possível ver todos os componentes necessários. Dando um click na pia, por exemplo, sabe-se informações como seu custo e quantas unidades desse modelo existem em estoque.

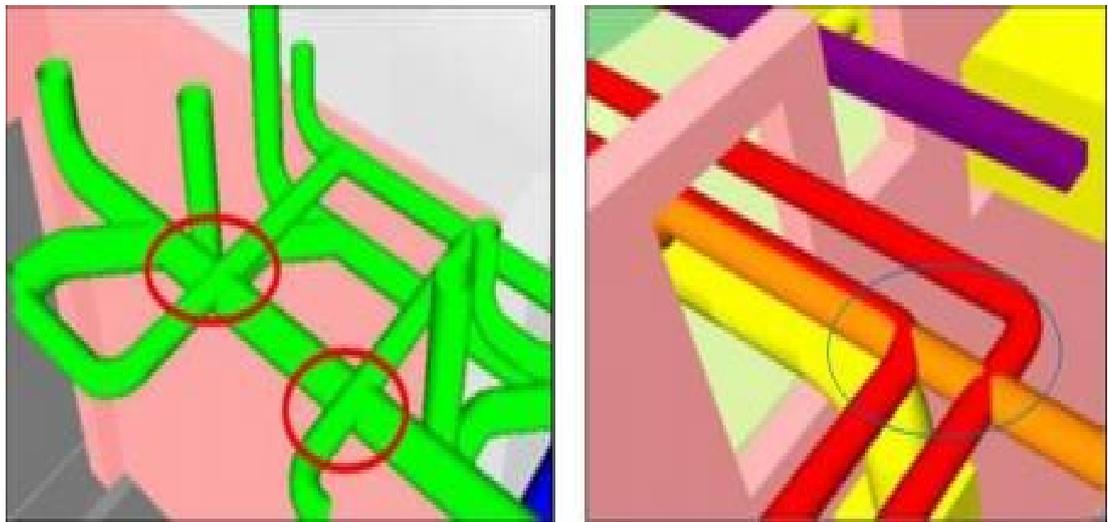
Figura 5 - Planta de banheiro desenvolvida na plataforma BIM



Fonte (SIENCE, 2019)

Sem o sistema Bim as plantas estruturais e também das instalações elétricas e hidráulicas, precisam sempre ser conferidas manualmente uma a uma, para que não haja conflitos no caso de uma tubulação passar pelo local onde deve haver uma viga. Já com o sistema BIM, a informação é na mesma hora para o engenheiro responsável, caso haja conflito deste tipo, o mesmo poderá tomar as precauções necessárias antes que isto se torne realmente um problema, podemos ver isso na figura 6 a seguir:

Figura 6 – Interferência física



Fonte: (Manziona, 2013)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na elaboração desse trabalho de graduação, onde fornece uma base de comparação, embora não explore todas as capacidades do conceito BIM, pode se dizer que á longo prazo, os ganhos de produtividade compensam o investimento na compra de computadores, software e no treinamento das equipes. Já que a extração de quantitativos proporcionada pelo uso do BIM gera uma estimativa de custos mais precisa e pode evitar imprevistos relacionados a custos durante a execução. A visualização dos projetos integrados em 3D facilitou a visualização de elementos em conflito também.

Ter o projeto desenvolvido em BIM, ainda traz a possibilidade de adicionar as variáveis tempo, custo, sustentabilidade, otimização da gestão a concepção da demolição, com o uso do BIM 4D ao 7D. Desta maneira, pode-se acompanhar o avanço físico da obra e relacionar cada elemento a um custo, gerando cronogramas e orçamentos precisos e constantemente atualizados.

Assim, podemos concluir que mesmo com algumas dificuldades em implantar o CAD-BIM em gestão e projetos da construção civil, já se tem uma compreensão clara da importância e dos valiosos ganhos de um projeto colaborativo em uma obra, com a utilização do sistema BIM.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CAMPBELL, D. A. **Building Information Modeling: the Web3D application for AEC.** *In Proceedings of the Twelfth International Conference on 3D Web Technology (Perugia, Italy, April 15 – 18, 2007).* Web3D '07. ACM, New York, NY, 173-176, 2007.

EASTMAN, C., Telcholz, P., Sacks, R., Liston, K. **Manual de BIM – Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiro, Gerentes, Construtores e Incorporadores.** Bookman Editora Ltda., Porto Alegre, 2014.

EASTMAN, C.; Telcholz, P.; Sacks, R.; Liston, K. **BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors.** New Jersey:John Wiley & Sons, 2008.

FERREIRA, S. L. **Da engenharia simultânea ao modelo de informações de construção (BIM):** contribuição das ferramentas ao processo de projeto e vice-versa. *In: Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2007, Curitiba. Anais... Curitiba, 2007. CD-ROM.*

FLORIO, wilson. **CONTRIBUIÇÕES DO BUILDING INFORMATION MODELING NO PROCESSO DE PROJETO EM ARQUITETURA,** Porto Alegre, 2007.

HASHTAGBIM. **BIM DO 3D AO 7D.** Disponível em:< <https://hashtagbim.wordpress.com/2015/10/12/bim-do-3d-ao-7d/>>. Acesso em: 20 abril 2019.

INBEC. **Uso do BIM será obrigatório a partir de 2021 nos projetos e construções brasileiras.** Disponível em: < <https://www.inbec.com.br/blog/uso-bim-sera-obrigatorio-partir-2021-projetos-construcoes-brasileiras/>>. Acesso em: 05 Dezembro 2019.

KNOLSEISEN, P. C. **Compatibilização de orçamento com o planejamento do processo de trabalho para obras de edificações.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

MANZIONE, L. **Adoção crescente do BIM nos países desenvolvidos.** Disponível em: <<http://www.coordenar.com.br/implantacao-do-bim/>>. Acesso em: 14 abril 2019.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do Bim.** 2013. 325p. Tese (Doutorado) – Escola politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios.** 1994. 310p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

NUNES, Fernando; CESAR, Fernando Vinícius de O. **BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL - IMPLANTAÇÃO, VANTAGENS E DESVANTAGENS**. 2013. 25f. Artigo (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Católica de Brasília.

REVITDOZERO. **O QUE É BIM**. Disponível em: < <https://revitdozero.com.br/o-que-e-bim/>>. Acesso em: 20 abril 2019.

SAEPRO. **Breve Histórico do Bim**. Disponível em: < <https://www.ufrgs.br/saepro/saepro-2/conheca-o-projeto/breve-historico-do-bim/>>. Acesso em: 05 Dezembro 2019.

SCHEER, Sérgio et al. **Impactos do uso do sistema CAD geométrico e do uso do sistema CAD-BIM no processo de projeto em escritórios de arquitetura**. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 7., 2007, Curitiba. Anais...Curitiba: UFPR, 2007. p.1 - 07.

SIENCE. **PLATAFORMA BIM: TUDO SOBRE A GRANDE TENDÊNCIA DA CONSTRUÇÃO**. Disponível em: < <https://www.sience.com.br/blog/plataforma-bim/>>. Acesso em: 21 outubro 2019.

WIKIPÉDIA. **BIM**. Disponível em: < <https://pt.wikipedia.org/wiki/BIM>>. Acesso em: 20 abril 2019.